

Système de gestion de trafic et de contrôle d'encombrement pour réseaux à base de paquets

La présente invention concerne des réseaux à base de paquets, et
5 plus précisément la gestion de trafic et le contrôle d'encombrement pour réseaux à base de paquets.

Un réseau de communication à base de paquets prévoit la transmission de paquets entre différents noeuds dans un réseau de communication. Un paquet comprend un groupement de bits d'une taille
10 quelconque, fixe ou variable. Parmi les exemples de réseaux à base de paquets on recense notamment : les réseaux à relais de trame ('Frame Relay' en anglais) dans lesquels un paquet correspond à une trame de relais de trame ; un réseau de commutation de cellules, par exemple un réseau de mode de transfert asynchrone (ATM), dans lequel un paquet correspond à une
15 cellule ATM ; etc. Un noeud peut être défini comme un point de terminaison pour deux ou plusieurs canaux ou lignes, et comporte généralement du matériel de contrôle.

Au sein d'un réseau de communication à base de paquets, une connexion virtuelle (VC) est établie entre un noeud source et un noeud
20 destinataire et traverse généralement un ou plusieurs noeuds intermédiaires. Une connexion virtuelle est une connexion (canal) logique entre le noeud source et le noeud destinataire permettant la transmission de paquets entre ceux-ci. Chaque noeud dans la connexion virtuelle agit comme un échangeur de paquets pour recevoir et envoyer un paquet à son noeud destinataire.
25 Chaque noeud au sein du réseau de communication peut faire partie d'une diversité de connexions virtuelles. Les noeuds terminaux, tel le noeud source et le noeud destinataire, possèdent des cartes d'interface nécessaires pour recevoir des paquets préformatés, et/ou pour formater correctement les données contenues dans un flux de données d'utilisateur classique, de façon
30 à obtenir des paquets, et/ou pour réassembler des paquets de façon à obtenir les flux de données d'utilisateur classiques.

Les réseaux de communication à base de paquets sont capables de combiner une diversité de données telles que des données de réseau local, des données vocales, et des données image/vidéo en des paquets en vue de
35 leur transmission sur des jonctions numériques à haute vitesse. Chaque noeud source et chaque noeud destinataire est interconnecté à différents types de matériel local client (CPE) tel un réseau local, du matériel

08941236 : 0938997

télécopieur/modem, du matériel vocal et du matériel image/vidéo et d'autres types de matériel de paquet et/ou de données en vue de la transmission des paquets correspondants par l'intermédiaire du réseau de communication vers un noeud destinataire.

5 Dans de tels réseaux à base de paquets, il est important de prévoir des protocoles adaptés à la gestion du trafic et au contrôle d'encombrement de paquets se déplaçant par l'intermédiaire d'une connexion virtuelle. Différents procédés ont été développés pour contrôler le débit de transmission de paquets sur une connexion virtuelle et également pour contrôler la suppression sélective de paquets en vue d'une gestion et d'un contrôle

10 d'encombrement de paquets.

Une approche de la gestion et du contrôle d'encombrement de paquets consiste en une approche à base de crédits. L'approche à base de crédits est un protocole qui agit entre des noeuds adjacents, identifiés comme un émetteur et un récepteur, dans lequel un paquet n'est transmis entre un émetteur et un récepteur que si l'émetteur sait que le récepteur peut accepter les informations sans pertes. Le récepteur envoie des informations de contrôle à l'émetteur en indiquant s'il est capable d'accepter de nouveaux paquets. L'approche à base de crédits ne compte pas sur des signaux de bout en bout pour répondre à l'encombrement. Dans une telle approche à base de crédits, un contrôle en boucle fermée de l'émetteur est mis en oeuvre de sorte que les données sont envoyées le plus rapidement possible, sans perte de données, de l'émetteur au récepteur.

Une autre approche de gestion d'encombrement est une approche à retour d'informations dans laquelle l'état d'encombrement de la connexion virtuelle est mesuré au fur et à mesure que des paquets circulent dans un sens aller, du noeud source vers le noeud destinataire, et la mesure de l'état d'encombrement est renvoyée du noeud destinataire au noeud source pour ajuster l'introduction de paquets sur le réseau.

30 Cette approche est décrite dans la demande de brevet européen n°0.719.012 au nom du même déposant. Cependant, l'enseignement de cette demande n'entre pas dans le cadre du problème présenté par la présente invention.

La présente invention concerne un système de gestion de trafic et de contrôle d'encombrement sur une connexion virtuelle d'un réseau de communication à base de paquets. Dans ce système, le débit de données d'une connexion virtuelle est contrôlé de bout en bout et l'exploitation de ressources du réseau est maximisée tout en limitant la surexploitation des ressources du réseau.

La présente invention s'inscrit dans un système de gestion comprenant :

- du matériel local client pour fournir des paquets en vue de leur transmission sur la connexion virtuelle, et pour recevoir des paquets transmis sur la connexion virtuelle ;
- un noeud source pour accepter des paquets en provenance d'un matériel local client source correspondant, et pour transmettre les paquets le long de la connexion virtuelle par l'intermédiaire du réseau de communication à base de paquets selon un débit d'informations introduites variable ;
- un noeud destinataire pour accepter les paquets transmis dans un sens aller le long de la connexion virtuelle du noeud source au noeud destinataire, pour fournir les paquets transmis dans un sens aller à un matériel local client destinataire correspondant, connecté à celui-ci, et pour transmettre des paquets de retour dans un sens retour le long de la connexion virtuelle du noeud destinataire au noeud source ;
- un moyen pour mesurer un facteur d'exploitation de canaux qui est directement lié au degré d'exploitation des ressources du réseau, au cours de la transmission de paquets dans le sens aller, et pour insérer le facteur d'exploitation de canaux dans des paquets de retour se déplaçant dans le sens retour,

dans lequel le noeud source comprend un moyen pour contrôler le débit d'informations introduites en réponse au facteur d'exploitation de canaux contenu dans les paquets de retour.

L'invention concerne plus précisément un procédé de gestion de trafic pour une connexion virtuelle d'un réseau de communication à base de paquets, ce procédé consistant à :

- transmettre, à partir de matériels client sources, des paquets à destination de matériels client destinataires ;
- multiplexer temporellement les paquets provenant de matériels client sources différents ;

- 35 Ce système et le procédé mis en oeuvre seront mieux compris à la lecture de la description suivante des figures 1 à 6 qui représentent :

- la figure 1, un schéma fonctionnel d'un réseau de communication à base de paquets ;
- la figure 2, un schéma fonctionnel d'un module d'accès contenu dans un noeud source ou un noeud destinataire du réseau de communication de la figure 1 ;
- la figure 3, un schéma fonctionnel d'un module de transit contenu dans un noeud du réseau de communication de la figure 1 ;
- la figure 4, un schéma représentant un paquet ayant une partie en-tête et une partie données ;
- la figure 5, un schéma représentant la mesure d'un temps d'aller et retour d'un paquet sur le réseau de communication.

Dans le but de simplifier la description, les abréviations du tableau suivant seront employées.

ABREVIATION	SIGNIFICATION
ATM	Mode de transfert asynchrone
CIR	Débit d'informations consignées
CMP	Période de surveillance d'encombrement
CPE	Matériel local client
CUF	Facteur d'exploitation de canaux
ISR	Débit d'introduction initial
RTD	Durée pour un aller et retour
SIR	Débit d'informations introduites
VC	Connexion virtuelle

La figure 1 est un schéma fonctionnel d'un réseau de communication à base de paquets.

Un réseau de communication à base de paquets comprend une pluralité de noeuds comportant des noeuds terminaux ou de commutation et des noeuds intermédiaires. Tel que cela est bien connu dans la technique, dans un réseau de communication à base de paquets, des paquets sont transmis sur une connexion virtuelle d'un noeud source à un noeud destinataire, traversant généralement un ou plusieurs noeuds intermédiaires. Le noeud source et le noeud destinataire sont des noeuds de commutation qui assurent l'interface avec le matériel local client (CPE). Le matériel local client peut comporter un réseau local, du matériel vocal, du matériel image et vidéo, ou d'autres types de matériel de

transmission de données et de paquets qui fournissent des données sous forme de paquets en vue de leur transmission par l'intermédiaire du réseau de communication à base de paquets à un noeud destinataire.

Le matériel local client 108 est interconnecté à un noeud de
5 commutation 102 par l'intermédiaire d'un module d'accès 110 (AM). Le module d'accès 110 assure l'interface avec le matériel local client 108 et exécute les fonctions suivantes : segmentation et réassemblage de paquets, admission et application de largeur de bande, contrôle de débit, redressement d'encombrement, génération d'alarmes pour les situations d'encombrement, et
10 génération de fichiers de comptabilité et statistiques. Le noeud de commutation 102 comporte également un module de transit 112 (TM) qui exécute les fonctions suivantes : multiplexage des paquets, routage, signalisation, gestion d'encombrement, mesure et compte-rendu de l'exploitation de ressources.

15 Un réseau d'interconnexion 115 interconnecte tous les modules au niveau d'un noeud. Tous les composants nodaux peuvent prendre en charge une communication en duplex intégral. Par exemple, un module d'accès peut simultanément commuter des paquets d'une ligne d'accès 117 vers le réseau d'interconnexion 115, et réciproquement.

20 Les noeuds intermédiaires 105 comportent une pluralité de modules de transit 112 interconnectés par un réseau d'interconnexion 115. Chacun des modules de transit 112 dans un noeud intermédiaire 105 assure l'interface avec un pivot de réseau ou ligne de jonction 120 et exécute toutes les fonctions identifiées pour les modules de transit dans les noeuds de
25 commutation 102. Les modules de transit 112 dans les noeuds intermédiaires 105 prévoient l'interconnexion des lignes de jonction de réseau 120 par l'intermédiaire des réseaux d'interconnexion 115 des noeuds 105.

Chaque connexion virtuelle établit une liaison de communication entre un des noeuds source 102a du réseau et un noeud destinataire 102b du
30 réseau correspondant, par le biais des noeuds intermédiaires 105. Un exemple d'une connexion virtuelle est la connexion entre le noeud source A et le noeud destinataire D par le biais des noeuds intermédiaires B et C. Une autre connexion virtuelle représentée sur la figure 1 est la connexion virtuelle entre le noeud source A' et le noeud destinataire D' par le biais des noeuds
35 intermédiaires B et C. Bien que toutes les connexions virtuelles illustrées sur la figure 1 exploitent les noeuds intermédiaires 105, une connexion virtuelle

03941236 093097

peut être établie directement entre un noeud source 102a et un noeud destinataire 102b.

Tous les composants nodaux au sein du réseau de communication 100 peuvent prendre en charge des communications en duplex intégral et, par conséquent, un noeud de commutation peut être un noeud source dans une connexion virtuelle et un noeud destinataire dans une autre connexion virtuelle. Par exemple, une connexion virtuelle peut être établie entre un noeud source A" et le noeud destinataire A' par le biais des noeuds intermédiaires C et B.

Au cours de communications sur une connexion virtuelle, des données générées par du matériel local client 108 sont fournies par l'intermédiaire des lignes d'accès 117 à un module d'accès 110 au sein d'un noeud source 102a. Les données peuvent être formatées dans le format de paquet approprié par le matériel local client 108 ou, selon une autre solution, le module d'accès 110 peut comporter un assembleur/désassembleur de paquets pour formater correctement les données fournies par le matériel local client 108 en vue de les fournir au réseau de communication 100.

La figure 2 est un schéma fonctionnel d'un module d'accès contenu dans un noeud source ou un noeud destinataire du réseau de communication de la figure 1.

Le matériel local client 108 fournit des données aux modules d'accès 110 sur les lignes d'accès 117. Au moins une connexion virtuelle spécialisée est établie pour chaque matériel local client 108 connecté au module d'accès 110. Chacune des connexions virtuelles comporte une file d'attente (constituée par une FIFO), dans laquelle les paquets fournis par le matériel local client 108 sont initialement stockés, et un serveur 210, qui contrôle la fourniture des paquets de la file d'attente au module de transit 112. Si les informations ou données fournies par le matériel local client 108 ne sont pas dans un format de paquet correct en vue d'être fournies au réseau de communication, un assembleur/désassembleur de paquets peut être prévu pour formater les données fournies par le matériel local client 108 dans le format de paquet approprié.

Les différentes files d'attente et les différents serveurs associés à chacune des connexions virtuelles peuvent être mis en oeuvre par une unité centrale de traitement (CPU) qui comporte du matériel de traitement et de mémorisation approprié pour effectuer les fonctions décrites ci-dessus et par la suite par rapport au module d'accès 110.

Les données issues du serveur 210 sont appliquées à un module de transfert. Il est également possible de prévoir un démultiplexeur à la sortie du serveur 110 si le module d'accès 110 est relié à différents modules de transit 112.

5 Le module d'accès 110 du noeud source 102a comporte également, pour le sens de transmission opposé, une file d'attente 215 (également réalisée sous forme de FIFO) recevant des données issues du module de transfert situé en amont. De même que précédemment, si le module d'accès 110 est connecté à plusieurs modules de transfert, un multiplexeur est placé à
10 l'entrée de la file d'attente 215. Les données issues de cette file d'attente 215 sont appliquées à un serveur 220 comprenant des moyens 230 assurant l'extraction d'une information, appelée facteur d'exploitation de canaux (CUF), transmise dans le flot de données destinées au matériel local client 108. Cette information CUF est fournie à des moyens 225 d'ajustement de débit compris
15 dans le serveur 210 afin que le débit des données transmises au matériel client 108 destinataire (FIG.1) soit ajusté en fonction de l'information CUF, les modules d'accès 110 ayant pour fonction de contrôler le débit d'introduction de paquets dans le réseau individuellement pour chaque connexion virtuelle, comme il sera vu par la suite.

20 L'information CUF est donc une information transmise dans le sens contraire des données auquel cette information s'applique. Un CUF allant vers un module 110 gérant un matériel local client 108 a un effet pour le débit des données transmises entre le module d'accès 110 de ce matériel local 108 et le matériel client 108 destinataire.

25 La figure 3 est un schéma fonctionnel d'un module de transit 112 contenu dans un noeud du réseau de communication 100 de la figure 1.

Comme il a été vu sur la figure 1, au sein du noeud source 102a, des noeuds intermédiaires 105, et du noeud destinataire 102b, les paquets associés à chaque connexion virtuelle sont fournis aux et depuis les réseaux
30 d'interconnexion 115 par un module de transit 112. Chaque module de transit 112 est disposé en vue d'une communication en duplex intégral entre le réseau d'interconnexion 115 et une ligne de jonction de réseau 120.

Dans chaque sens de transmission au sein d'un module de transit 112, un multiplexeur 305 réalise un multiplexage des paquets reçus, ces paquets
35 provenant de modules d'accès 110 (par les réseaux d'interconnexion 115) ou d'autres modules de transit 112 (par les lignes de jonction de réseau 120). Les paquets multiplexés sont appliqués à des serveurs 310 comprenant chacun

D 1 5 0 3 0 9 " 6 3 0 3 0 9 "

5

10

20

25

35

5

10

15

30

35

signalisation, la vérification de parité ou d'erreur, et plusieurs autres informations connues parmi les spécialistes de la technique. La partie données 405 contient les données (informations) à transmettre du noeud source 102a au noeud destinataire 102b.

5 Pour mesurer le RTD le long de chaque connexion virtuelle, chaque partie en-tête de paquet 402 contient une balise d'envoi (S) 410 et une balise de réception (R) 411. Un groupe de paquets introduits dans le réseau peut se présenter sous forme d'une rafale de paquets, ou le groupe peut être un long flux de paquets. Lorsque le module d'accès 110 du noeud source met à jour le

10 SIR, il modifie la valeur de la balise d'envoi 410, et place la nouvelle valeur de la balise d'envoi 410 dans l'en-tête 402 de tous les paquets 400 au sein du groupe transmis dans le sens aller.

De plus, le serveur 210 enregistre l'heure à laquelle le premier paquet du groupe de paquets a été transmis sur la connexion virtuelle. L'heure peut être enregistrée dans un registre mémoire du serveur 210, par exemple. Le serveur 210 dans le module d'accès 110 du noeud destinataire lit la balise d'envoi 410 de tous les paquets 400 reçus pour une connexion virtuelle déterminée et la place dans la balise de réception de tous les paquets transmis dans le sens retour. Le module d'accès 110 du noeud source attend jusqu'à ce qu'il détecte que la balise de réception 411 des paquets reçus du réseau pour la connexion virtuelle déterminée est égale à la balise d'envoi 410 des paquets correspondant à l'heure enregistrée dans le registre mémoire. A cet instant, le module a la certitude qu'au moins une période d'aller et retour s'est écoulée depuis la dernière mise à jour du SIR. Le RTD est mesuré en tant que différence de temps entre le début de la transmission du groupe, c'est-à-dire l'heure enregistrée dans le registre mémoire, et le moment de la réception du premier paquet de retour dans le groupe.

La mesure du temps d'aller et retour sera mieux comprise à l'aide d'un exemple. En référence aux figures 4 et 5, supposons qu'un groupe de paquets 400 fourni par le module d'accès 110 du noeud source (figure 1) contient une balise d'envoi 410 égale à 1 ($S = 1$) et une balise de réception 411 égale à 0 ($R = 0$). Chaque paquet 400 au sein du groupe possède alors un bit S égal à 1 et un bit R égal à 0. Lorsque le premier paquet 400 au sein du groupe atteint le module d'accès 110 du noeud destinataire (figure 1), la valeur de la balise d'envoi 410 dans chaque paquet est lue par le serveur 210 (figure 2) et placée dans la balise de réception 411 de sorte que la balise de réception de chaque paquet est fixée égale à 1 ($R = 1$). Une fois que le module d'accès 110 du

noeud source (figure 1) détecte que la balise de réception 411 des paquets reçus est égale à la balise d'envoi 410 stockée au sein du module, un temps d'aller et retour est détecté et un temps d'aller et retour est déterminé comme la différence de temps entre le moment de la transmission et le moment où le

5 paquet de retour est reçu par le module.

Le RTD mesuré traduit la charge (ou temps) de réseau en cours le long de la connexion virtuelle déterminée. Par conséquent, les mises à jour du SIR ont lieu plus fréquemment dans des conditions de charge de réseau peu élevée. Une fréquence élevée de mises à jour du SIR accélère la fréquence

10 des augmentations de capacité de traitement de bout en bout pour toutes les connexions virtuelles actives. Dans des conditions de charge de réseau élevée, les mises à jour du SIR ont lieu moins fréquemment, permettant ainsi aux ajustements de débit de se propager et prendre entièrement effet dans la totalité du réseau. Cette caractéristique est utile pour les connexions virtuelles

15 qui transmettent du trafic en rafale. Le trafic en rafale crée une charge de réseau élevée et de courte durée lorsqu'il est placé sur la connexion virtuelle, et le trafic en rafale est susceptible d'être transféré en différé peu de temps après. Des mises à jour moins fréquentes du SIR dans ce cas permettent au réseau de transférer immédiatement une grande partie de la rafale de trafic

20 par l'intermédiaire de la connexion virtuelle avant que le SIR de la connexion virtuelle ne soit brusquement augmenté.

Comme indiqué précédemment, le module d'accès 110 du noeud source d'une connexion virtuelle ajuste le SIR en fonction du CUF reçu du réseau. Le SIR est toujours supérieur ou égal à un débit d'informations

25 consignées (CIR), et inférieur ou égal à un débit d'informations excédentaires (EIR).

Le CIR peut être déterminé sur la base de l'abonnement de l'utilisateur. Par exemple, un utilisateur peut s'abonner à un CIR de 64 Kbits/s, ou à des multiples de celui-ci allant par exemple jusqu'à 10 Mbits/s.

30 Le EIR peut dépendre du type de ligne d'accès employé. Par exemple, dans le cas d'une ligne d'accès T1, EIR vaut 1.536 Mbits/s.

Le CUF est le facteur clé du système de gestion de trafic. C'est le rapport entre la demande de ressources de réseau et la totalité des ressources disponibles. Le CUF est mesuré sur une période de temps,

35 désignée par l'expression période de surveillance d'encombrement (CMP). La CMP est suffisamment longue pour permettre une mesure statistique précise du CUF, tout en étant suffisamment courte pour permettre plusieurs mesures

En plus du contrôle de débit de bout en bout décrit ci-dessus, il est prévu une mise en file d'attente des paquets pendant les périodes de surcharge du réseau. La mise en file d'attente dans les modules d'accès 110 est réalisée pour chaque connexion virtuelle individuelle. Le serveur 210 pour
 5 chaque file d'attente 205 de connexion virtuelle est exploité selon un débit égal au SIR correspondant. La mise en file d'attente dans les modules de transit est réalisée pour chaque jonction individuelle. Par conséquent, toutes les connexions virtuelles établies sur une jonction déterminée sont mises en attente dans une seule file d'attente. Pour cette file d'attente, le serveur est
 10 exploité selon le débit de jonction.

Afin de contenir le temps dans le réseau de bout en bout et détecter les encombrements naissants, l'occupation de chaque file d'attente est constamment surveillée et comparée à un ensemble de seuils de file d'attente ou de niveaux d'encombrement. Par exemple, un module de transit peut
 15 surveiller 9 niveaux d'encombrement, le niveau 0 correspondant à une "absence d'encombrement" et le niveau 8 correspondant à un "encombrement majeur". Les niveaux d'encombrement intermédiaires sont communiqués aux modules d'accès 110 du noeud source par l'intermédiaire du mécanisme de CUF décrit précédemment. Ceci a pour effet que les modules d'accès
 20 réduisent leur SIR de façon appropriée pour éviter l'encombrement. Si des niveaux d'encombrement plus élevés surviennent, le module de transit affecté est susceptible d'utiliser une option CUF spéciale pour obliger toutes les connexions virtuelles impliquées à réduire leur paramètre SIR au paramètre CIR.

L'information CUF transmise au module d'accès tient en plus compte de la taille de la file d'attente et du temps de transmission de cette information aux moyens de gestion de débit, de manière à prévenir le débordement de la mémoire tampon, lorsque ledit débit de paquets multiplexés devient inférieur à une valeur de seuil donnée. Ceci est prévu pour remédier au problème
 25 suivant : si le débit transmis sur les connexions virtuelles augmente brutalement, le nombre de paquets multiplexés (305, FIG.2) croît très rapidement également. Ceci peut avoir pour conséquence un débordement des files d'attente 325 situées en aval des multiplexeurs 305, ce qui se traduit par une perte de paquets.
 30

Ainsi, le procédé de gestion de trafic selon l'invention appliqué à une connexion virtuelle d'un réseau de communication à base de paquets où les paquets provenant de différents matériels local clients sont multiplexés avant
 35

d'être temporairement stockés dans une file d'attente, garantit une non-perte des paquets transmis sur la connexion virtuelle par débordement de cette file d'attente.

L'invention propose d'éviter le débordement des files d'attente 325 en veillant à ce que les facteurs d'exploitation de canaux (CUF) tiennent notamment compte de la taille de ces files d'attente, lorsque le débit de paquets multiplexés devient inférieur à une valeur de seuil.

Le facteur d'exploitation de canaux (CUF) est avantageusement une information garantissant la vérification de la relation suivante :

$$\sum_i \text{SIR}_{i,t} \leq k_{TM} * TR \quad (1)$$

avec $\text{SIR}_{i,t}$ le débit d'introduction de paquets dans le réseau pour une connexion virtuelle i au temps t , TR une constante correspondant au débit de transmission de paquets sur la connexion virtuelle en direction des matériels client destinataires, et k_{TM} égal à :

$$k_{TM} = 1 + \frac{\text{FIFO}_{\text{over}}}{(\text{RTD} + \text{CMP}) * \lambda * TR} \quad (2)$$

avec $\text{FIFO}_{\text{over}}$ le nombre de paquets pouvant être mémorisés dans la file d'attente, RTD le temps d'aller et retour d'un paquet sur le réseau de communication, CMP le temps de mesure du débit instantané sur la connexion virtuelle et λ une constante supérieure à 1 tenant compte des temps de réaction des composantes du réseau de communication.

k_{TM} correspond à un facteur de surcharge lié à la taille de la file d'attente 325.

La durée $\text{RTD} + \text{CMP}$ correspond au temps s'écoulant entre une mesure du débit sur la jonction 120 et le moment où ce débit est réduit.

En pratique, le procédé de l'invention peut être mis en oeuvre de la manière suivante :

A l'entrée de la file d'attente 325, une charge MTFU est mesurée par les moyens de calcul 315. Cette mesure consiste à compter le nombre de paquets mis dans la file d'attente :

$$\text{MTFU} = \frac{\text{nombre de paquets} * \text{taille d'un paquet}}{\text{CMP} * TR}$$

Chaque connexion virtuelle VC contribue à charger la file d'attente avec une charge en débit NLR_i égale à :

$$\text{NLR}_i = \frac{\text{nombre de paquets} * \text{taille d'un paquet}}{\text{CMP}}$$

On a donc la relation :

$$\sum_i \text{NLR}_i = \text{MTFU} * \text{TR}$$

La charge MTFU doit être amenée à une valeur désirée TTL correspondant à un pourcentage (par exemple 80%) de TR.

Si la charge MTFU est inférieure à TTL (par exemple $\text{MTFU} = 0,6 * \text{TR}$), l'information CUF retournée est telle qu'une augmentation de débit est autorisée, dans la limite de $(0,8/0,6) * \sum_i \text{SIR}_{i,t}$. Le serveur 210 (FIG.2) va alors pouvoir augmenter son débit de transmission.

Si la charge MTFU est supérieure à TTL (par exemple $\text{MTFU} = 1,1 * \text{TR}$), l'information CUF retournée est qu'une diminution de débit est nécessaire dans la limite de $(0,8/1,1) * \sum_i \text{SIR}_{i,t}$. Le serveur 210 (FIG.2) va alors diminuer son débit de transmission.

Si la charge MTFU est très inférieure à TTL (par exemple $\text{MTFU} = 0,2 * \text{TR}$) et qu'une brusque augmentation de débit aurait pour résultat le débordement de la file d'attente, on a :

$$\sum_i \text{SIR}_{i,t} * (0,8/0,2) > k_{\text{TM}} * \text{TR}$$

Dans ce cas, la valeur de l'information CUF retournée limite l'autorisation d'augmentation de débit jusqu'à une valeur $k_{\text{TM}} * \text{TR}$. L'observation de ce débit maximum permet d'assurer que la file d'attente ne débordera pas. On aura alors : $\sum_i \text{SIR}_{i,t+\text{CMP}} = k_{\text{TM}} * \text{TR}$.

On notera (relation 2) que le débit maximum alloué est d'autant plus important que la taille de la file d'attente est importante et que CMP, RTD et TR sont petits.

Le facteur λ de la relation 1 permet de prendre en compte le délai de convergence des fonction à l'émission et le temps de réaction du système. Des simulations ont montré qu'une valeur de λ égale à 2 convient.

Comme indiqué précédemment, le facteur d'exploitation de canaux (CUF) est habituellement inséré dans des paquets transmis en direction du matériel client destinataire 108 pour être intercepté au niveau du serveur 220 compris dans le module d'accès 110 de ce client destinataire 108. En l'absence de paquets destinés à ce client destinataire 108, le facteur d'exploitation de canaux est transmis dans un paquet vide spécial en direction du matériel client destinataire 108.

Le procédé de l'invention s'applique notamment aux réseaux à relais de trame et aux réseaux ATM.

08341236 "093097
760660" 08214880

REVENDECATIONS

1. Procédé de gestion de trafic pour une connexion virtuelle d'un réseau de communication à base de paquets, ledit procédé consistant à :
- 5 - transmettre, à partir de matériels client sources (108), des paquets à destination de matériels client destinataires (108) ;
 - multiplexer temporellement les paquets provenant de matériels client sources (108) différents ;
 - mesurer le débit de paquets multiplexés ;
 - 10 - stocker temporairement dans une file d'attente (325) lesdits paquets multiplexés ;
 - transmettre sur ladite connexion virtuelle (210) lesdits paquets stockés ;
 - déterminer un facteur d'exploitation de canaux (CUF) lié au débit de transmission de paquets sur ladite connexion virtuelle (210) en direction
 - 15 desdits matériels client destinataires (108) ;
 - transmettre ledit facteur d'exploitation de canaux (CUF) à des moyens de gestion de débit (210) afin de contrôler le débit d'informations introduites en amont dudit multiplexage,
- ledit facteur d'exploitation de canaux (CUF) tenant compte de la taille de ladite
- 20 file d'attente (325) et du temps de transmission de cette information auxdits moyens de gestion de débit (210), de manière à prévenir le débordement de ladite file d'attente (325).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit facteur
25 d'exploitation de canaux (CUF) est une information garantissant la vérification
de la relation suivante :

$$\sum_i SIR_{i,t} \leq k_{TM} * TR$$

avec $SIR_{i,t}$ le débit d'introduction de paquets dans le réseau pour une connexion virtuelle i au temps t , TR ledit débit de transmission de paquets sur ladite connexion virtuelle en direction desdits matériels client destinataires (108), et k_{TM} égal à :

$$k_{TM} = 1 + \frac{FIFO_{over}}{(RTD + CMP) * \lambda * TR}$$

avec FIFO_{over} le nombre de paquets pouvant être mémorisés dans ladite
file d'attente (325), RTD le temps d'aller et retour d'un paquet sur ledit réseau
35 de communication, CMP le temps de mesure du débit instantané sur ladite

connexion virtuelle (120) et λ une constante supérieure à 1 tenant compte des temps de réaction des composantes dudit réseau de communication.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que λ est égal à
5 2.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que
ledit facteur d'exploitation de canaux (CUF) est inséré dans des paquets
transmis en direction desdits matériels client destinataires (108).
10

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que
ledit facteur d'exploitation de canaux (CUF) est transmis dans un paquet vide
spécial en direction desdits matériels client destinataires (108) en l'absence de
trafic de retour.

08341236 09309
260860 "9221680

ABREGE DESCRIPTIF

Système de gestion de trafic et de contrôle d'encombrement pour réseaux à base de paquets

L'invention concerne un procédé de gestion de trafic pour une connexion virtuelle d'un réseau de communication à base de paquets, ce procédé consistant à :

- transmettre, à partir de matériels client sources, des paquets à destination de matériels client destinataires ;
- multiplexer temporellement les paquets provenant de matériels client sources différents ;
- mesurer le débit de paquets multiplexés ;
- stocker temporairement dans une file d'attente les paquets multiplexés ;
- transmettre sur la connexion virtuelle les paquets stockés ;
- déterminer un facteur d'exploitation de canaux lié au débit de transmission de paquets sur la connexion virtuelle en direction des matériels client destinataires ;
- transmettre le facteur d'exploitation de canaux à des moyens de gestion de débit afin de contrôler le débit d'informations introduites en amont du multiplexage,

le facteur d'exploitation de canaux tenant compte de la taille de la file d'attente et du temps de transmission de cette information aux moyens de gestion de débit, de manière à prévenir le débordement de la file d'attente.

FIGURE A PUBLIER : Néant

0341236 "033097"